

PAT-NO: JP404090101A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 04090101 A

TITLE: VERTICAL MAGNETIC RECORDER

PUBN-DATE: March 24, 1992

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

SUZUKI, MIKIO

KUGIYA, FUMIO

TAKANO, KOJI

FUTAMOTO, MASAOKI

FUKUOKA, HIROTSUGU

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

HITACHI LTD

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP02202439

APPL-DATE: August 1, 1990

INT-CL (IPC): G11B005/02, G11B005/127, G11B005/66

US-CL-CURRENT: 360/75

ABSTRACT:

PURPOSE: To attain high density recording even in a wide spacing by properly selecting the conditions of a head and a medium and recording the auxiliary magnetic pole side as a trailing edge.

CONSTITUTION: A vertical magnetic head 1 uses a magnetic base as an auxiliary magnetic pole 11 and forms a recording and reproducing conductive coil 13 and a main magnetic pole 12 on the base. In this case, it is defined that the product of the film thickness δ of a soft magnetic ground film 21 of a vertical magnetic recording medium 2 and saturated magnetic flux density B_{max} is $B_{\text{max}} \cdot \delta > 1 \text{ T} \cdot \mu\text{m}$, the length T of the pole 11 in a magnetic scanning direction on an auxiliary opposed face on the medium opposed face of the head 1 is $T > 30 \mu\text{m}$ and a distance L between the poles 11, 12 is $L < 2 \mu\text{m}$. The medium 2 is scanned so that the auxiliary magnetic pole (11) side of the head 1 becomes a trailing edge. Consequently, the magnetic field distribution on the trailing edge side is sharpened, sharp magnetic inversion can be recorded in the medium even in wide spacing and high density recording can be attained.

COPYRIGHT: (C)1992,JPO&Japio

⑫ 公開特許公報(A) 平4-90101

⑤ Int. Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

④ 公開 平成4年(1992)3月24日

G 11 B 5/02
5/127
5/66B 7736-5D
B 6789-5D
E 7177-5D

審査請求 未請求 請求項の数 6 (全6頁)

⑭ 発明の名称 垂直磁気記録装置

⑯ 特 願 平2-202439

⑰ 出 願 平2(1990)8月1日

⑱ 発 明 者 鈴木 幹 夫 東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内

⑲ 発 明 者 釘 屋 文 雄 東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内

⑳ 発 明 者 高 野 公 史 東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内

㉑ 発 明 者 二 本 正 昭 東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内

㉒ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

㉓ 代 理 人 弁理士 中村 純之助 外1名

最終頁に続く

明 糸田 〇〇

ことを特徴とする垂直磁気記録装置。

1. 発明の名称

垂直磁気記録装置

2. 特許請求の範囲

1. 軟磁性下地膜と垂直磁気異方性を有する記録膜を積層した垂直磁気記録媒体と、該媒体面に対して同じ側に主磁極と補助磁極を有する垂直磁気ヘッドを用いる垂直磁気記録装置において、該媒体の軟磁性下地膜の膜厚 δ と飽和磁束密度 B_s の積が $B_s \cdot \delta > 1 \text{ T} \cdot \mu\text{m}$ であって、該垂直磁気ヘッドの媒体対向面における補助磁極の媒体走行方向の長さ T_a が $T_a > 30 \mu\text{m}$ であり、該補助磁極・主磁極間の距離 L が $L < 2 \mu\text{m}$ であるヘッド・媒体を用いて、該ヘッドの補助磁極側がトレーリングエッジとなるように媒体が走行することを特徴とする垂直磁気記録装置。

2. 請求項1記載の垂直磁気記録装置において、該垂直磁気ヘッドで記録を行い、再生は、該垂直磁気ヘッドと一体に形成した再生素子で行う

3. 上記の再生素子は磁気抵抗効果素子(MR素子)であることを特徴とする請求項2記載の垂直磁気記録装置。

4. 請求項3記載の垂直磁気記録装置において、MR素子を垂直磁気ヘッドの主磁極と補助磁極との間に配置することを特徴とする垂直磁気記録装置。

5. 請求項1記載の垂直磁気記録装置において、垂直磁気ヘッドは、非磁性ヘッドスライダ材を基板とし、この上に薄膜プロセスにより、主磁極と補助磁極を含む構成を形成させたものであることを特徴とする垂直磁気記録装置。

6. 上記の主磁極と補助磁極を含む構成としてMR素子を主磁極と補助磁極との間に含むことを特徴とする垂直磁気記録装置。

3. 発明の詳細な説明

[産業上の利用分野]

本発明は、磁気ディスク装置、磁気テープ装置等において情報を高密度に記録再生する垂直磁気

記録装置に関する。

〔従来の技術〕

垂直磁気記録方式は線記録密度が高まるほど媒体内の反磁界が軽減されるので、原理的に高密度記録に適しているが、このような高密度特性を十分に引き出すためには、垂直磁気ヘッドと、軟磁性下地膜を配した Co-Cr 二層膜垂直磁気記録媒体の組合せが適していることがアイ・イー・イー・イー、トランザクションズ オン マグネティクス、エム エー ジー-15、ナンバー-6 (1979年) 第1456頁から第1458頁 (IEEE Trans. Magn., MAG-15, No.6 (1979) pp1456-1458) に記載されている。これによれば、垂直磁気ヘッドは、補助磁極と主磁極で媒体を挟み込む形で配置されている。このため、媒体基板の厚いリジッドディスクには適用できず、実用上の障害になっていた。

これに対して、主磁極と補助磁極を媒体面に対し同じ側に配置する構造の垂直磁気ヘッドが、例えば、日本応用磁気学会誌、第10巻、第1号、第23頁～第30頁に示されている。これは、第2図に

分布となる。これは、主磁極のみの磁界分布とほぼ一致する。ヘッド・媒体間のスペーシングが拡大すると、前述のように磁束の通る磁路の磁気抵抗が増大し、磁束が途中で洩れるため、この磁界分布はブロードになる。

ところで、媒体に記録される磁化反転のシャープさは、媒体が最終的に感じる媒体保磁力程度の磁界強度でのヘッド磁界分布 (トレーリングエッジ側) のシャープさの影響を強く受ける。したがって、高密度記録を達成するには、このトレーリングエッジ側の磁界分布を如何にシャープにするかが重要となる。

本発明は、以上のような観点からトレーリングエッジ側の磁界分布をシャープにし、広スペーシングにおいても媒体にシャープな磁化反転を記録し、より高密度な記録を可能とすることを目的とする。

〔課題を解決するための手段〕

上記目的を達成するための本発明の垂直磁気記録装置は、例えば第1図のように、媒体の軟磁性

示すように非磁性基板16上に主磁極12、記録再生用のコイル13、さらに主磁極と一部で磁氣的に接続された補助磁極11を積層した構成である。ここで、主磁極厚は $0.3\mu\text{m}$ 程度、補助磁極厚は数 μm 、主磁極・補助磁極間距離は数 μm である。また、補助磁極は媒体対向面から $10\mu\text{m}$ 程度後退させてある。コイル13に流す電流によって発生する磁束は、主磁極12、媒体軟磁性下地膜21、補助磁極11を通る閉磁路を構成する。この閉磁路の磁気抵抗は、ヘッドと媒体の距離 (スペーシング) が近いほど小さくなるので、効率よく主磁極先端に磁束を集束できるようになる。

〔発明が解決しようとする課題〕

上記従来例のヘッドでは、補助磁極は、記録再生に不要な影響をおよぼさないように、媒体対向面から $10\mu\text{m}$ 程度後退させてあるため、媒体表面で補助磁極から発生する磁界強度は、主磁極から発生する磁界に比べて極めて小さい。したがって、媒体上での垂直方向の磁界成分は、第3図曲線3aに示すような、媒体走行方向に対して対称な

下地膜の膜厚 δ と飽和磁束密度 B_s の積を $B_s \cdot \delta > 1 \text{ T} \cdot \mu\text{m}$ 、垂直磁気ヘッドの媒体対向面における補助磁極の媒体走行方向の長さ T_a を $T_a > 30 \mu\text{m}$ 、補助磁極・主磁極間の距離 L を $L < 2 \mu\text{m}$ とし、ヘッドの補助磁極側をトレーリングエッジ側とすることを特徴とする。

またこのような本発明の垂直磁気記録装置において、例えば第8図のように、記録は該垂直記録装置で行い、再生は該垂直磁気ヘッドと一体に形成した再生素子で行うようにすることができる。これにより本発明の目的を達成させられるだけでなく、記録と再生の最適化を独立に図ることが可能な利点がある。

ここで再生素子としては、例えば第8図のように磁気抵抗効果素子を (MR素子) を用いることができる。

またその場合に、MR素子を例えば第8図のように、垂直磁気ヘッドの主磁極と補助磁極との間に配置すればよい。

さらに本発明の垂直磁気記録装置において、垂

直磁気ヘッドは、非磁性ヘッドスライダ材を基板とし、この上に薄膜プロセスにより、主磁極と補助磁極とを含む構成を形成させれば、記録密度向上の目的を達成できるほか、ヘッド素子作成後にスライダに接着搭載する工程が省ける利点がある。

ここで、上記の主磁極と補助磁極とを含む構成としてMR素子を主磁極と補助磁極との間を含むようにすれば、同一薄膜プロセスの中でMR素子も一体的に形成され、高密度素子の品質管理上好ましい。

〔作用〕

上記のようにヘッド・媒体の条件を適切に選ぶことにより、第3図曲線3cに示すような磁界分布を得ることができる。これは、主磁極のみによる磁界分布3aと、補助磁極のみによる磁界分布3bを重ねあわせたもので、補助磁極に近い側の磁界分布を極めてシャープにすることが可能である。したがって、補助磁極側をトレーリングエッジとして記録を行えば、よりシャープな磁化反転を記録できるようになる。

第2に媒体軟磁性下地膜の磁気飽和を抑えることが重要である。これは、下地膜が磁気飽和を起こすと、主磁極から発生する磁束の内、下地膜を通り切れない分が、補助磁極の主磁極に近い側に集中してしまうからである。媒体軟磁性下地膜の飽和特性は、この下地膜の膜厚 δ と飽和磁束密度 B_s の積で表される。

第5図は、 $H_{y,sub}/H_{y,aux}$ と $B_s \cdot \delta$ の関係を示したものである。同図から、 $B_s \cdot \delta > 1 \text{ T} \cdot \mu\text{m}$ 、さらに好ましくは $B_s \cdot \delta > 2 \text{ T} \cdot \mu\text{m}$ とすれば下地膜の磁気飽和を防ぎ、逆方向の磁界強度を正の磁界に対して十分小さくすることができることがわかる。

次に、主磁極と補助磁極の間隔を狭くすることにより、補助磁極に近い側の磁界分布をシャープにするすることができる。第6図は、最大磁界強度の $1/2$ となる磁界強度の点における垂直磁界分布の勾配 dH_y/dx と主磁極・補助磁極間距離 l の関係を示したものである。縦軸は、補助磁極に近い側の磁界分布の勾配を反対側での磁界勾

以下に、上記のようなシャープな磁界分布を得るための条件について詳細に説明する。

補助磁極側をトレーリングエッジとして使用する場合、補助磁極から発生する磁界のために生ずる逆方向の磁界強度 $H_{y,sub}$ を、正の方向の磁界強度 $H_{y,aux}$ に比べて十分小さくする必要がある。何故ならば、主磁極で媒体に記録された磁化が、補助磁極からの磁界により反転されるのを防ぐためである。そのためには、第1に補助磁極に磁束が集中しないように、補助磁極の寸法を大きくする必要がある。第4図は、逆方向の磁界強度と正の方向の磁界強度の比 $H_{y,sub}/H_{y,aux}$ と補助磁極厚（媒体走行方向への長さ） T_a の関係を示したものである。これはヘッド・媒体軟磁性下地膜間の距離を $0.4 \mu\text{m}$ とし、媒体軟磁性下地膜の磁気飽和を考慮しない場合の媒体表面（ヘッドから $0.2 \mu\text{m}$ ）での垂直磁界の計算結果である。同図から $T_a > 30 \mu\text{m}$ とすれば、逆方向の磁界強度を正の磁界に対して十分小さくすることができることがわかる。

第2に媒体軟磁性下地膜の磁気飽和を抑えることが重要である。これは、下地膜が磁気飽和を起こすと、主磁極から発生する磁束の内、下地膜を通り切れない分が、補助磁極の主磁極に近い側に集中してしまうからである。媒体軟磁性下地膜の飽和特性は、この下地膜の膜厚 δ と飽和磁束密度 B_s の積で表される。

〔実施例〕

以下に図面を用いて、本発明に関する実施例を詳細に説明する。

第1図は、本発明に関する磁気記録装置の一実施例を示すもので、ヘッド・媒体系の媒体走行方向での断面図である。垂直磁気ヘッド1は、補助磁極11として磁性基板、例えば厚み $200 \mu\text{m}$ のMn-Znフェライト基板を用い、この基板上に通常の薄膜ヘッド作成プロセスと同様にして、記録再生用導体コイル13、Ni-Fe等の軟磁性体からなる主磁極12を形成する。主磁極材料としては、さらに高飽和磁束密度材料、例えば、Co系アモルファス合金材料、Fe-Si系、Fe-C系等の結晶質材料を用いると、大きい記録磁界強度が得られる点で望ましい。ここで、媒体対向面における主磁極・

補助磁極間距離は $0.5\mu\text{m}$ 程度、主磁極膜厚 $0.5\mu\text{m}$ である。さらにこの上に保護膜14を積層し平滑化した後、非磁性の磁気ヘッドスライダ15に接着し搭載する。記録媒体2はNi-Fe等の軟磁性下地膜21上にCo-Cr垂直磁化膜22を積層した構成であり、下地膜の飽和磁束密度は1T、膜厚は $2\mu\text{m}$ とした。垂直磁化膜の膜厚は $0.2\mu\text{m}$ 程度である。この媒体を上記ヘッドの補助磁極側がトレーリングエッジとなるように(図中の矢印の方向に)走行させ、ヘッド・媒体間スペーシングを $0.2\mu\text{m}$ とし、記録再生を行った結果、再生電圧が低密度記録時の半分となる記録密度 $D_{..}$ は60kFCIであった。一方、従来のヘッドを用いると $D_{..}$ は40kFCIであった。

上述のように、本実施例によれば、広スペーシングにおいても高密度記録再生が可能となる。

第7図は、本発明に関する他の実施例を示したものである。垂直磁気ヘッド1は非磁性ヘッドスライダ材15を基板とし、薄膜プロセスにより、主磁極12、コイル13、補助磁極11を形成し

磁気検出素子を用いることができるのは明らかである。そのような素子としては、ホール素子、磁束感应トランジスタ、SQUID、強磁性トンネル効果素子等がある。

また、MR素子等の再生素子を主磁極と補助磁極との間に設けた構成を、第7図に示したように、非磁性ヘッドスライダ材の基板の上に薄膜プロセスで形成させることも可能である。そしてこれにより、これらの構成を基板の上に一体的に形成できるので、高密度でしかも品質のよいヘッドが形成できる。

〔発明の効果〕

上述のように本発明によれば、広スペーシングにおいても高密度記録を達成可能であり、高信頼性の磁気記録装置を実現できる点でその効果は極めて大きい。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例を示す図、第2図は従来例を示す図、第3図は本発明と従来例との垂直磁界成分の分布を比較した図、第4図は、逆方

たものである。薄膜プロセスで形成するため、補助磁極厚は $50\mu\text{m}$ 程度が限界であるが、他の寸法は第1の実施例と同様である。本実施例においても同様な、記録密度向上の効果が得られるほか、ヘッド素子作成後にスライダに搭載する工程が省けるメリットがある。

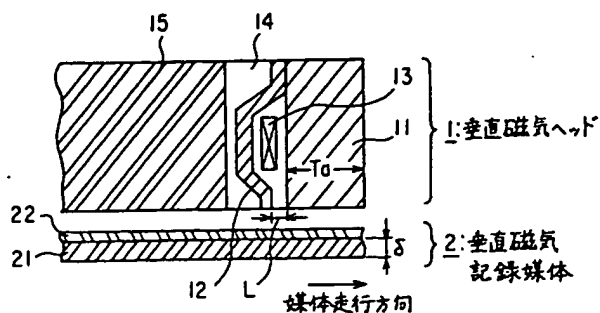
第8図は他の実施例を示した図であり、再生を別の素子で行うものである。構成は、第1の実施例において媒体対向部の付近の主磁極と、補助磁極の間に再生磁束を検出するための磁気抵抗効果素子(MR素子)17を配設した構造である。この場合、主磁極と補助磁極がMR素子のシールドとして働き、再生分解能を向上させる働きがある。シールドによる分解能向上の点からも主磁極・補助磁極間距離は狭い方が望ましい。また、この構成では主磁極厚は記録に適した厚さに最適化することが可能である。以上のように本実施例によれば、記録密度向上のほかに、記録と再生の最適化を独立に図ることが可能となる。また、再生素子としては、MR素子に限ることなく、他の高感度

向の垂直磁界強度と正の方向の磁界強度の比 $H_{y,sub}/H_{y,max}$ と補助磁極厚(媒体走行方向への長さ) T_a の関係を示す図、第5図は、 $H_{y,sub}/H_{y,max}$ と、下地膜の膜厚 δ と飽和磁束密度 B_s の積 $B_s \cdot \delta$ の関係を示した図、第6図はトレーリングエッジ側(補助磁極に近い側)での磁界勾配 dH_y/dx と、補助磁極・主磁極間の距離 L の関係を示した図。第7図および第8図は他の実施例を示した図である。

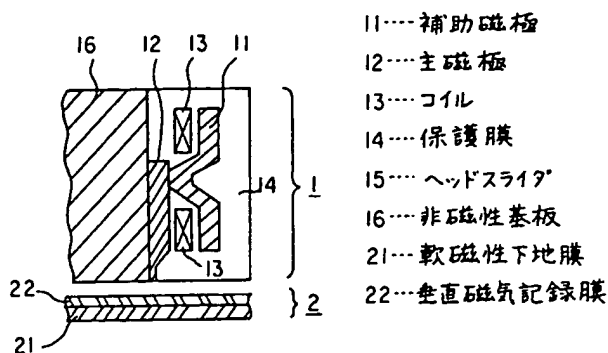
符号の説明

1…垂直磁気ヘッド、11…補助磁極、12…主磁極、13…コイル、14…保護膜、15…ヘッドスライダ、16…非磁性基板、17…磁気抵抗効果素子(MR素子)、2…垂直磁気記録媒体、21…軟磁性下地膜、22…垂直磁気記録膜、3a…従来例の垂直方向磁界分布及び主磁極のみから発生する垂直磁界分布、3b…補助磁極のみから発生する垂直磁界分布、3c…本発明による垂直磁界分布。

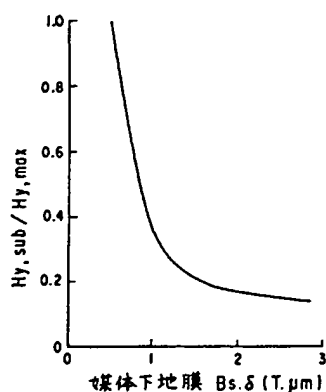
代理人弁理士 中村 純之助



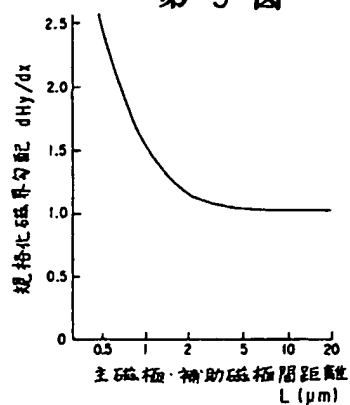
第 1 図



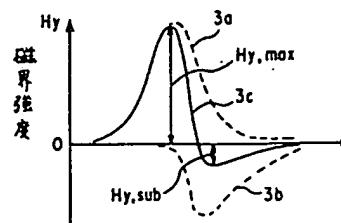
第 2 図



第 5 図

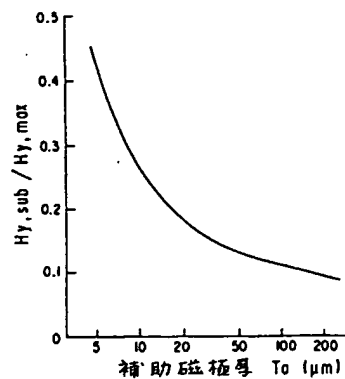


第 6 図

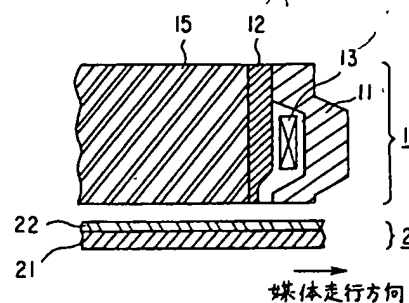


第 3 図

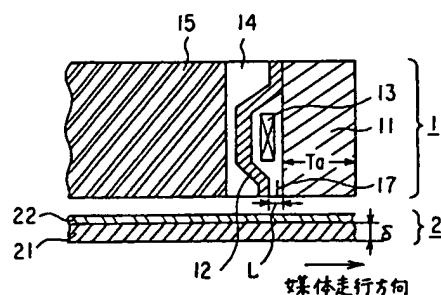
3a ---従来例の垂直磁界分布
3b ---補助磁極のみから発生する磁界分布
3c ---本発明の垂直磁界分布



第 4 図



第 7 図



17 ---磁気抵抗効果素子 (MR素子)

第 8 図

